



Aprendizaje por competencias (I). Identificación de los perfiles de las competencias adquiridas

Learning by competences (I). Identification of competences' profiles

Antònia Via Giménez
INS Narcís Monturiol. Barcelona
avia@xtec.cat

Mercè Izquierdo Aymerich
Universitat Autònoma de Barcelona
merce.izquierdo@uab.cat

RESUMEN • En este trabajo se analiza la aplicación de unidades didácticas en formación profesional (tercer ciclo, química). Estas se diseñaron según un currículo basado en capacidades educativas y nos propusimos identificar los resultados competenciales obtenidos con ellas a partir de la evaluación de las acciones escolares llevadas a cabo. Estas acciones se analizaron mediante una adaptación del esquema de análisis de la actividad científica propuesto por Echeverría (2002).

Se identificaron los tipos de conocimientos adquiridos por los alumnos y la influencia de los instrumentos de laboratorio en el aprendizaje. Con ello se elaboraron «perfiles» de las competencias adquiridas, requeridas tanto por el sector productivo como por la ciencia escolar. En la investigación emergió un concepto de enseñanza según el cual estudiantes, profesores e instrumentos forman un sistema cuyos elementos cumplen determinados requisitos.

PALABRAS CLAVE: competencias en formación profesional; criterios de evaluación en formación profesional; tipos de conocimientos en formación profesional; instrumentos de laboratorio en formación profesional.

ABSTRACT • In this essay we analyze the use of teaching units in Vocational Education (third cycle, Chemistry). The teaching units have been designed according to the syllabuses based on educational abilities. Our goal was to identify results related to competences by the assessment of the school actions that had been carried out. These actions were analyzed through an adaptation of the diagram for the analysis of the scientific activity suggested by Echeverría (2002). Types of knowledge acquired by the students and the influence of the lab instruments in the learning process, were identified. With this, we worked out «profiles» of the acquired competences, both required by the productive sector and the school science. All along the research a concept of teaching emerges, according to which students, teachers and instruments are part of a system whose elements fulfill certain requirements.

KEYWORDS: competences in vocational education; assessment criteria in vocational education; classes of knowledge in vocational education; laboratory instruments in vocational education.

Recepción: febrero 2015 • Aceptación: febrero 2016 • Publicación: noviembre 2016

Via Giménez, A., Izquierdo Aymerich, M., (2016) Aprendizaje por competencias (I). Identificación de los perfiles de las competencias adquiridas. *Enseñanza de las Ciencias*, 34.3, pp. 73-90

INTRODUCCIÓN: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La reflexión sobre la evaluación de competencias profesionales que se adquieren en contexto escolar produce un cambio de panorama en la formación profesional.

- En primer lugar, conduce a preguntarse si el énfasis en las competencias profesionales obedece a una simple instrucción en rutinas poniendo en peligro la adquisición de conocimientos o bien si estos constituyen su fundamento. Este interrogante enlaza con las líneas de investigación de Séré (2002) en relación con la falta de comprensión de los procedimientos que se realizan en los laboratorios docentes y con la reivindicación de la utilidad de la teoría para la práctica y viceversa. Nakhleh *et al.* (2002) argumentan que los instrumentos de laboratorio pueden ayudar a construir conocimiento teórico si se tienen en cuenta al planificar la actividad docente. Este problema nos parece especialmente relevante en la formación profesional, en la que la adquisición de destrezas es muy importante.
- En segundo lugar, constatamos que los currículos «por competencias» impulsados por la Administración educativa (DOGC, 2012) no aseguran por sí solos un cambio de enfoque en el profesorado. Ya anteriormente, los objetivos curriculares traducían las competencias profesionales en capacidades educativas; no obstante, las iniciativas para integrar estas capacidades en las actividades de aprendizaje fueron escasas. La práctica docente se centró más en la adquisición de contenidos que en la consolidación de competencias; en consecuencia, la evaluación de los alumnos consideró de manera prioritaria los primeros y no tanto las segundas.

Nos parece prioritario conocer qué es lo que se hace en clase cuando se intenta enseñar según las nuevas recomendaciones referentes a competencias. Para ello, se consideró necesario establecer un escenario docente competencial que permitiera dar respuesta a las preguntas siguientes:

- ¿Qué tipos de conocimientos se generan en las unidades didácticas (UD) enfocadas a la adquisición de competencias?
- ¿Qué influencia pueden tener los instrumentos de laboratorio en el aprendizaje de los alumnos y en la enseñanza de los profesores?
- ¿Cómo caracterizar las competencias identificadas?
- ¿Cómo gestionan los profesores la enseñanza por competencias?

En este artículo se desarrollan las respuestas concernientes a estas preguntas, como resultado de nuestra «investigación en la acción».

MARCO TEÓRICO

Nuestro marco teórico comprende diferentes campos de investigación en relación con la didáctica de la ciencia, la axiología de la actividad científicotecnológica y la adquisición y evaluación de competencias laborales.

La perspectiva didáctica: el modelo de «Actividad Científica»

Enseñar ciencia requiere hacer posible que los alumnos lleven a cabo actividad científica escolar (Izquierdo *et al.*, 1996, 1997, 1999), que requiere una argumentación para construir el modelo teórico en el cual toman significado los conceptos, las acciones y los instrumentos. El lenguaje escrito constituye el método para vincular las ideas y los hechos, facilitando el razonamiento sobre las acciones y la interpretación de los fenómenos para evitar que se desconecten de las teorías.

Resultan iluminadoras las aportaciones de Bruner (1999), quien considera que la praxis aporta un prototipo de cultura en la que inciden la manipulación de artefactos y las ideas. Esta cultura es la que intentamos caracterizar en este artículo, por considerarla propia de una formación profesional competencial.

Desde esta perspectiva, consideramos el rol de los instrumentos según diferentes aportaciones. Pea (1993) alude a los recursos del mundo que se utilizan para configurar la actividad. Hutchins (2005) trata sobre la asociación de estructuras conceptuales y materiales como clave de las estrategias cognitivas de los humanos. Perkins (1993) reconoce que, en la mayoría de las actividades cotidianas, la cognición se apoya en sistemas físicos.

Todo ello hace necesario revisar en profundidad las propuestas docentes en su conjunto, otorgando a las «acciones» propias de una actividad competente y a la manera de evaluarlas la importancia que se merecen.

La perspectiva axiológica: la Teoría Pluralista de la Acción de Javier Echeverría

La Teoría Pluralista de la Acción (Echeverría, 2002) contiene dos nociones básicas para la evaluación de la actividad científica: las acciones que configuran la actividad y los valores que permiten evaluarlas. En ella se despliega un esquema de análisis de las acciones científicas y se introducen conceptos como pluralismo axiológico, matrices de evaluación, valores nucleares y racionalidad gradual y meliorista.

Según este esquema, las acciones corresponden a enunciados relacionados con el verbo *hacer* y se presentan configuradas por una serie de componentes: el agente, la acción en sí, el objeto de la acción, los instrumentos requeridos, los escenarios de la actividad, los resultados producidos por la acción, las consecuencias derivadas de los resultados y los riesgos que las acciones pueden comportar.

El pluralismo axiológico significa que en toda acción científica hay un sistema de valores involucrados que permiten evaluarla. Las matrices de evaluación expresan las valoraciones de los componentes de la acción y permiten establecer el grado en que un componente de la acción satisface un determinado valor. Un valor es nuclear si su satisfacción es un requisito necesario para que el componente evaluado no sea rechazado y prosiga el proceso de evaluación. La racionalidad gradual y meliorista sostiene que una acción científica es mejor que otra en la medida en que satisface en mayor grado los valores que se han considerado pertinentes para evaluar sus componentes.

La adaptación del esquema anterior y sus conceptos a esta investigación permite identificar los valores implícitos en la evaluación de las acciones de los alumnos y de los profesores y, con ello, establecer matrices de evaluación de la actividad científica que se desarrolla en la escuela.

La perspectiva de la formación y evaluación de competencias laborales: una primera aproximación a la formulación de los objetivos competenciales

Nuestras primeras aproximaciones a la noción de competencia proceden del entorno productivo y del de la formación de competencias laborales transversales, formuladas como capacidades clave (Rodríguez, 2006).

Las capacidades clave según el DOGC (1995) comprenden las capacidades de: resolución de problemas, organización del trabajo, responsabilidad en el trabajo, trabajo en equipo, autonomía, relación interpersonal e iniciativa. La comprensión del significado de cada una de estas en nuestro contexto educativo nos permite empezar a distinguir entre los objetivos formulados en el currículo oficial en clave competencial y los que únicamente indican conocimientos. Nos ha ayudado a ello la comprensión del significado de los niveles competenciales de Miller (1990), que, aunque diseñados para la evaluación de competencias profesionales, han sido útiles para diseñar nuestros perfiles competenciales. Las

diferencias que se establecen entre saber, saber cómo se hace, mostrar cómo se hace y hacer como un experto, nos permiten matizar las diferencias entre conocimiento y competencia.

La transposición de estos aspectos al contexto escolar constituye una de las aportaciones que nos van a permitir construir el concepto de competencia escolar.

METODOLOGÍA

Fundamento

Esta investigación en la acción pretende mejorar la práctica docente en un entorno que debería ser competencial pero que ha de ser evaluado rigurosamente para poder caracterizar por qué y en qué medida lo es. Participó en ella la investigadora, que fue a la vez profesora del equipo docente que impulsaba la propuesta de aplicación del currículo basado en competencias.

La muestra se obtuvo en el trabajo realizado por quince alumnos y la profesora en el crédito de «Ensayos Físicos» del ciclo formativo de grado superior Análisis y Control en el Institut d'Ensenyament Secundari Municipal Narcís Monturiol de Barcelona. La programación del crédito se elaboró a partir de los objetivos curriculares; algunos objetivos fueron agrupados, descompuestos o desarrollados y finalmente reformulados como «objetivos competenciales».

Los «objetivos competenciales» fueron:

- Seleccionar la técnica de ensayo según la muestra.
- Seleccionar los ensayos a realizar según el producto y propiedad a medir.
- Hacer una lectura comprensiva del procedimiento normalizado de trabajo (PNT), recopilar la información necesaria y seleccionar el material.
- Ejecutar el ensayo según normas del centro.
- Utilizar la libreta de datos primarios según normas del centro.
- Interpretar los fenómenos producidos en el transcurso de las actividades.
- Describir física y funcionalmente el instrumento (equipo, etc.) y justificar su diseño.
- Describir las técnicas programadas o similares.
- Justificar las operaciones del procedimiento ejecutado.
- Expresar los datos, hacer los cálculos y el tratamiento estadístico según programación.
- Justificar la fórmula de cálculo.
- Valorar el resultado del parámetro según programación.
- Utilizar instrucciones para el tratamiento de residuos, según normas del centro.

Igualmente, se programaron unidades didácticas (UD) o actividades de enseñanza-aprendizaje (EA) orientadas a la adquisición de estos «objetivos competenciales», que eran en buena parte transversales a lo largo del crédito. En nuestra investigación se seleccionaron las siguientes:

- UD1. La densidad: determinación con picnómetro.
- UD2. La tensión superficial: determinación con tensiómetro.
- UD3. La viscosidad: determinación con viscosímetro Ostwald.
- UD4. El calor específico: determinación con calorímetro.
- UD5. La temperatura de fusión: determinación con Büchi.
- UD6. El índice de refracción: determinación con refractómetro.
- UD7. Identificación de una muestra problema.

Para poder evaluar y calificar la adquisición de las competencias, se cambiaron los exámenes e informes de prácticas convencionales por instrumentos dirigidos a la calificación de los «objetivos competenciales»: «hojas de aula» (pruebas con apuntes para desarrollar y evaluar competencias), parrillas de observación y formatos de informes de prácticas. Así, la calificación final del crédito se alimentó de las calificaciones de cada «objetivo competencial» obtenidas mediante los instrumentos de evaluación aplicados a lo largo de las actividades de EA.

Las actividades de EA, incluida su evaluación, se desarrollaron íntegramente en el laboratorio, lo que fomentó la interrelación entre sus dimensiones teórica y práctica.

Datos

Los primeros datos se obtuvieron a partir de:

- Los escritos de los alumnos en respuesta a las preguntas de las «hojas de aula». Estos permitieron identificar los conocimientos implícitos que incidían en una actividad científica escolar que debía generar competencia, los valores que permitieron evaluarlos y la significatividad de los instrumentos de laboratorio utilizados. A modo de ejemplo, veamos un pequeño fragmento: «Hacemos circular la muestra por el tubo capilar ya que este tiene un radio conocido que está incluido en la constante del aparato. El capilar debe ser estrecho para dar tiempo a la caída de la muestra. De otra forma caería tan rápido que perderíamos precisión en el tiempo de tránsito».
- Los escritos de los alumnos en los informes de prácticas, que mostraron los valores otorgados por ellos a los instrumentos de laboratorio.
- Las parrillas de observación de la profesora. Estas permitieron identificar los valores mediante los cuales fueron evaluadas las competencias más asociadas a las conductas de los alumnos.
- Los enunciados de las preguntas de las «hojas de aula» y las demandas en las tareas de laboratorio, que permitieron caracterizar las actividades de EA diseñadas.

Se analizaron las siete UD, cuarenta y tres preguntas formuladas por escrito en diferentes situaciones, quinientas diecinueve respuestas, cincuenta y dos observaciones en relación con conductas y seis instrumentos de laboratorio.

Tratamiento de los datos

Inicialmente se intentó analizar los datos mediante redes sistémicas, pero ante la dificultad de establecer categorías útiles y la diversidad de elementos que analizar, se optó por la perspectiva de análisis que ofrecía la Teoría Pluralista de la Acción (Echeverría, 2002). Así, se procedió a identificar valores que fuesen útiles para reevaluar todos los datos y para poder obtener una visión sistémica de lo que había sucedido en el proceso de enseñanza-aprendizaje objeto de investigación.

En el proceso se observó que las demandas competenciales de los profesores a los estudiantes se podían resumir de manera sencilla según una acción que los englobara: la que lleva a cabo el alumno en el laboratorio (reconocimos algunas capacidades clave, DOGC, 1995) y lo que el alumno escribe: la justificación según modelos de conocimiento y modelo de instrumentos.

Para conocer el contenido de estas acciones, se debía poner en evidencia cómo fueron evaluadas. Para ello, los datos se reordenaron según una adaptación del esquema de análisis de las acciones científicas de Echeverría (2002) que se muestra en la tabla 1. Así queda claro que la actividad competencial que pedimos al alumno será aquella en la que alcancen en mayor grado los valores pertinentes para evaluar los componentes de la acción y, con ello, la actividad en su conjunto. Al poner en evidencia las acciones que se pedían a los alumnos, las competencias se pudieron formular de manera más precisa.

Tabla 1.
Adaptación del esquema de evaluación de las acciones científicas a las escolares

El alumno competente (X_1) experimenta/escribe algo (X_{21}/X_{22}) con fundamento en un modelo (X_3) y habiendo utilizado un instrumento de laboratorio (X_{41}) en el contexto de una actividad (X_{42}) en el que se hace una demanda (X_{43})

El «agente» es el alumno «competente» (X_1) que ha de llevar a cabo la actividad científica escolar, caracterizada por (X_{21}), (X_{22}), (X_3), (X_{41}), (X_{42}) y (X_{43}). La acción en sí es casi siempre «escribir» (X_{22}), pero también otras acciones propias del trabajo experimental (X_{21}). Los componentes circunstanciales que constituyen el contexto de la acción son la propuesta de EA (X_{42}), los instrumentos de laboratorio con los que se realiza la actividad (X_{41}) y las demandas que se formulan a los alumnos para guiar sus aprendizajes y a las cuales debe responder (X_{43}).

Se pudieron identificar los valores (aspectos) que se habían considerado pertinentes para evaluar los componentes de las acciones escolares analizadas y se definieron grados de satisfacción para ellos.

Para evaluar los datos de cada alumno, en cada actividad de EA y para cada «objetivo competencial», se diseñó una matriz de evaluación, resumida en la tabla 2.

Tabla 2.
Patrón de matriz de evaluación de las acciones escolares

Componente de la acción (x_i)	Valores (v_i)	Grados de satisfacción del valor (g_i) (0,1,2)

Una vez reevaluados todos los datos, se establecieron cotas de aceptabilidad para los componentes X_{21}/X_{22} . Con ello se caracterizó a los alumnos en relación con la adquisición de los «objetivos competenciales», y se pudieron interrelacionar los niveles de aceptabilidad (NA) y el éxito en la adquisición de las competencias, las características de los instrumentos de laboratorio, las de las demandas de la profesora y las de las actividades de EA.

Con la información obtenida se identificaron componentes que formaban parte de todas las competencias y que tenían que ver con la gestión didáctica en su enseñanza. Se pudo establecer un perfil de las competencias, elaborando para ello un segundo instrumento de análisis (tabla 3) que se justificará en el apartado siguiente, puesto que surge del primer análisis realizado.

Tabla 3.
Esquema de análisis de las competencias

Componentes	Competencia
Habilidad requerida (cognitiva/cognitivolingüística/ conductual/manipulativa)	
Transversalidad	
Instrumento de evaluación	
Facilidad	
Integración de las capacidades clave	
Dependencia del tiempo	

Componentes	Competencia
Tipos de conocimientos que se activan con éxito	
Pertenencia al sistema tecnológico	
Nivel competencial según Miller	

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para elaborar las matrices de evaluación, hemos identificado los valores pertinentes asociados a los componentes de las acciones escolares y sus grados de satisfacción. Así, se pudieron llegar a identificar las competencias evaluadas y a elaborar sus perfiles.

Identificación de los valores para cada componente de las acciones científicas escolares

De acuerdo con la visión sistémica que consideramos propia de una enseñanza competencial basada en actividad genuina, estas acciones se refieren a lo que hace el alumno, al contenido de las explicaciones que proporciona y a las demandas de los profesores; por ello, podemos considerar que corresponden a interacciones entre los elementos de un sistema didáctico: los estudiantes, los contenidos, los profesores.

a) Lo que hace el alumno

Diferenciamos «lo que el alumno hace en el laboratorio» (X_{21}) y «lo que el alumno escribe» (X_{22})

Acciones propias del trabajo experimental (X_{21})

Las acciones son diversas: la identificación de los *affordances* de los instrumentos de laboratorio, la elaboración y cálculo de datos analíticos, la organización del trabajo en la preparación del ensayo, la responsabilidad en el trabajo en la ejecución del ensayo, la responsabilidad en la limpieza y orden de los materiales y la responsabilidad en el registro de datos.

Como sugiere Echeverría (2003), definimos valores específicos para cada una de las acciones. Por ejemplo, para la elaboración y cálculo de los datos analíticos identificamos como valores la aplicación de las fórmulas de los diferentes parámetros, la aplicación de criterios estadísticos para descartar valores, la aplicación de los criterios establecidos para las cifras significativas y la consideración de las unidades de medida.

Producción escrita (X_{22})

Seleccionamos como valores los que se demandan en todos los documentos escritos. Son los siguientes: la completitud, la pertenencia, la precisión del lenguaje según Jorba *et al.*, (1998), la coherencia y la verdad (o aplicabilidad).

b) Las explicaciones que proporcionan los alumnos

Las explicaciones que elaboran los alumnos al dar significado científico a sus acciones se refieren a los modelos que son propios de las disciplinas científicas y a las técnicas mediadas por instrumentos que son propias del crédito «Ensayos Físicos».

Modelo (X_3)

En referencia a este componente, queremos significar que las explicaciones elaboradas por los alumnos se basan en algún tipo o tipos de conocimientos que pueden ir más allá de los aceptados convencionalmente como tales. Estos conocimientos se han ido identificando y caracterizando en un contexto escolar en el que se ha intentado vincular los instrumentos de laboratorio con las técnicas de ensayo y con la teoría que da significado y sentido a los procedimientos ejecutados y a los instrumentos específicos. Tenemos como referencia el «modelo de acción, fenómeno y instrumento» de Izquierdo (1996), que pretende que la práctica y la teoría se refuercen mutuamente.

El conjunto de los valores identificados como pertinentes en las respuestas de los alumnos a las preguntas de «las hojas de aula» muestran diferentes tipos de fundamentación: la científica, la científica-propiedad, la tecnológica, la empírica y la técnica.

Instrumento de laboratorio (X_{41})

Se consideran los valores apuntados por los alumnos en sus informes de prácticas, teniendo en cuenta los valores tecnológicos de Echeverría (2003), el de «transparencia» (añadido por la profesora) y las aportaciones de Hacking (1983) en relación con los aparatos de medida como «teorías hechas objeto». Se identifican como valores pertinentes la rapidez en el manejo, la poca muestra, la exactitud de los resultados, la integrabilidad, la sencillez en el uso, la precisión de los resultados, la transparencia y la carga conceptual.

c) Las demandas de los profesores

La intervención del profesor en esta enseñanza competencial se caracteriza por formular buenas preguntas que inducen a la reflexión.

Actividad de EA (X_{42})

La identificación de los valores de la actividad de EA se realiza a partir de las aportaciones de Jorba *et al.* (1998) en relación con la metacognición y la autorregulación de los aprendizajes, las realizadas por Izquierdo (2007) en relación con la modelización, y la aproximación a las capacidades clave (DOGC, 1995). Se identifican como valores pertinentes los que promocionan la reflexión sobre la acción tecnológica, la autorregulación de los aprendizajes, la modelización de los hechos, la resolución de problemas, la responsabilidad en el trabajo, el trabajo en equipo, la autonomía, la relación interpersonal y la iniciativa.

Demanda (X_{43}) (las «buenas preguntas» que se formulan a los estudiantes)

Se toman en cuenta las aportaciones de Via (2002) en relación con los requisitos de las preguntas para que las respuestas puedan mostrar las conexiones de Izquierdo (1996), la promoción de las habilidades cognitivolingüísticas (Jorba *et al.*, 1998) y los valores de Echeverría (2003). Los valores identificados como pertinentes son la contextualización, la productividad, los indicios de modelo de acción, instrumento y fenómeno, la promoción de las habilidades cognitivolingüísticas, la precisión de la demanda y la adecuación de la demanda a los objetivos curriculares.

Definición de los grados de satisfacción de cada componente y elaboración de las matrices de evaluación para las producciones escritas: el éxito en la adquisición de la competencia

Identificados los valores de cada componente, se definen tres grados de satisfacción (0, 1 y 2) para cada uno. Por ejemplo, para el componente (X_{41}), se estableció que el valor de transparencia se satisfacía en grado cero ($g_i = 0$) si el usuario del instrumento de laboratorio no podía ver su interior.

La definición de grados de satisfacción y de niveles de aceptabilidad (NA) nos permite definir «el éxito» en la adquisición de la competencia. Es decir, el grado o el nivel de aceptabilidad que exigiríamos a los alumnos para ser considerados aptos en una competencia dada. Por ejemplo, en la competencia de elaboración y cálculo de los datos analíticos establecimos el «éxito» para $g_{(i)} = 2$ dado que un solo error conduciría a un resultado erróneo.

Para el componente producciones escritas (X_{22}), definimos matrices en las que consideramos conjuntamente todos los valores identificados (lo completo, la coherencia, la pertenencia, la precisión de lenguaje, la verdad/aplicabilidad), y a las que asignamos cinco NA. Para ello, nos inspiramos en los conceptos de criba axiológica y de valores nucleares de Echeverría (2002). Consideramos los valores de pertenencia, coherencia y verdad/aplicabilidad como nucleares y establecimos unas cotas mínimas de satisfacción para cada uno. En la tabla 4 se muestran matrices con NA = 3 y NA = 5.

Tabla 4.
Niveles de aceptabilidad para las producciones escritas

NA: 3		NA: 5	
Lo completo	1	Lo completo	2
La pertenencia	2	La pertenencia	2
La coherencia	2	La coherencia	2
La precisión del lenguaje	1	La precisión del lenguaje	2
La verdad/La aplicabilidad	2	La verdad/La aplicabilidad	2

También necesitamos definir una cota para los NA asignados. En este caso, consideramos que un escrito calificado con un $NA \geq 3$ indicaría la adquisición de la competencia evaluada. Un escrito evaluado con un resultado de $NA = 3$ significaría que todo lo que el alumno escribe es verdad o aplicable aunque no esté suficientemente completo como para modificar totalmente el estado de conocimiento del lector, se ajusta a la pregunta, no entra en ninguna contradicción y muestra un lenguaje que todavía no es totalmente el del experto, a diferencia de un escrito evaluado con $NA = 5$, que sí lo es.

Se representaron los resultados mediante cinco grupos de gráficas, lo cual nos proporcionó un panorama completo de los valores puestos en juego y de sus grados de satisfacción. En el primer grupo se representaron los diferentes grados de satisfacción de los valores de las tareas del trabajo experimental. En el segundo, los de las actividades de EA. En el tercero, los de los instrumentos de laboratorio. En el cuarto, los de las demandas de las producciones escritas.

Para avanzar hacia las conclusiones, relacionamos estos datos utilizando un quinto grupo de gráficas. En el ejemplo del gráfico 1, se observa, para un alumno y en relación con una competencia, que sus escritos (respuestas a las preguntas de la tabla 5) responden a diferentes NA (5, 5, 3,5, 1,5, 3,5 y 1,5). Observamos cómo un mismo alumno recurre a diferentes tipos de conocimientos o a alguna combinación de ellos y cómo los resultados no son los mismos para cada actividad de EA (realizada, cada una, con un instrumento de laboratorio distinto).

Gráfico 1.

Niveles de aceptabilidad de las producciones escritas según actividades de EA y teniendo en cuenta los tipos de conocimientos a los que se recurre.

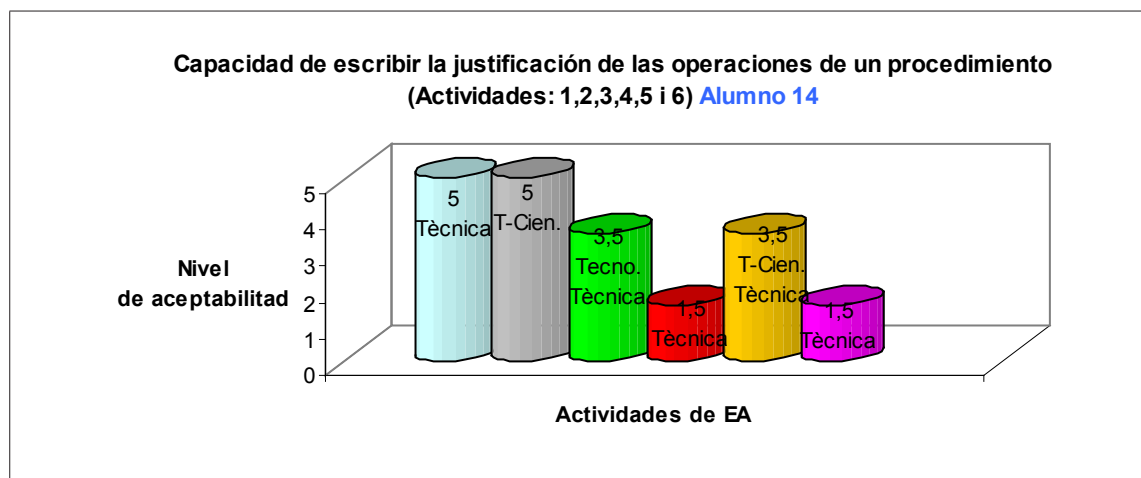


Tabla 5.

Preguntas relativas a la competencia de justificar las operaciones de un procedimiento

UD	Instrumento	Pregunta
1	Picnómetro	En un paso determinado del procedimiento se introduce la muestra sólida en el picnómetro y a continuación se enrasa. Explica detalladamente cuál es la finalidad de estas operaciones.
2	Tensiómetro	¿En qué situación ponemos la lámina en el momento de hacer la lectura? ¿Por qué?
3	Viscosímetro de Ostwald	¿Por qué hacemos circular la muestra por el tubo capilar y no directamente por una de las ramas del viscosímetro?
4	Calorímetro	Relaciona cada una de las magnitudes medidas experimentalmente y justifica la necesidad de las medidas.
5	Büchi	Justifica la necesidad de los diferentes apartados del procedimiento.
6	Refractómetro de Abbe	Relaciona los diferentes apartados del procedimiento realizado con el fundamento de la medida del índice de refracción.

Las preguntas tienen una doble finalidad: promover la justificación de las operaciones de un procedimiento y evaluar esta competencia. Cada una corresponde a una actividad de EA distinta incorporando un instrumento de laboratorio específico. En el gráfico 1, la primera columna corresponde a la primera unidad didáctica y al primer instrumento, y así sucesivamente.

Definido «el éxito» para $NA \geq 3$, el alumno 14 podría ser considerado competente en la justificación de las operaciones de un procedimiento en el contexto de las actividades 1, 2, 3 y 5.

Competencias que fueron evaluadas

Las matrices elaboradas y la definición de los NA de los escritos permiten dar un paso más hacia la identificación de las competencias adquiridas por el alumnado y de su contenido curricular y también establecer un «perfil didáctico» de estas. Los datos obtenidos a partir de la evaluación confirman que las competencias adquiridas se podían asignar a dos grupos diferentes: relativas a acciones en el labo-

ratorio y relativas a «escribir». Con ello damos un nuevo significado a los objetivos curriculares (tercer apartado, fundamento).

Relativas a acciones en el laboratorio

1. Identificar los *affordances* de los instrumentos de medida.
2. Elaborar y calcular los datos analíticos.
3. Organizar el trabajo en la preparación del ensayo.
4. Ejecutar los ensayos con responsabilidad.
5. Ordenar y limpiar los materiales.
6. Registrar los datos.

Relativas a escribir

7. Interpretar un fenómeno.
8. Redactar un procedimiento.
9. Justificar las operaciones de un procedimiento.
10. Justificar la técnica utilizada para cada propiedad y la elección de los parámetros ensayados.
11. Justificar una fórmula de cálculo.
12. Valorar un resultado.

Los valores asociados a estas competencias y que permiten evaluarlas son el contenido real de las que inicialmente aparecían en los documentos curriculares. Veamos cómo llegamos a ellas y cómo se relacionan con las actividades docentes.

Las competencias 1, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 se aprendieron haciendo, pensando y escribiendo mediante modelos (X_3) que corresponden a diferentes tipos de conocimientos o a su combinación. Esto sucede en el contexto de las actividades propuestas en las UD (X_{42}) diseñadas por el profesor que se ajustan a una serie de valores, utilizando unos instrumentos de laboratorio (X_{41}) que también responden a valores y en respuesta a unas preguntas (X_{43}) que a su vez se ajustan a otros valores y que, persiguiendo la competencia, han hecho aflorar los conocimientos. Estas competencias fueron evaluadas a través de las respuestas escritas de los alumnos (X_{22}) mediante el establecimiento de matrices de evaluación y de niveles de aceptabilidad.

Para la profesora fue importante que los escritos contuvieran lo necesario para modificar el estado de conocimiento de un lector (lo completo), se ajustaran a la pregunta (la pertenencia), no presentaran contradicciones (la coherencia), se ajustaran al lenguaje científico y técnico (la precisión del lenguaje) y pudieran ser dados por válidos desde algún tipo de conocimiento (la verdad) o aportasen una solución viable a algún problema (la aplicabilidad).

Las competencias 3, 4, 5 y 6 se aprendieron haciendo las tareas del laboratorio (X_{22}), en el contexto de las mismas actividades de EA o UD (X_{42}) y utilizando los mismos instrumentos de laboratorio (X_{41}). La promoción de la reflexión sobre la acción tecnológica y la promoción de la autorregulación de los aprendizajes fueron imprescindibles para el progreso de estas competencias. Estas se evaluaron a través de parrillas de observación que permitieron medir en qué grado se habían adquirido y cómo evolucionaban a medida que avanzaba el crédito. No obstante, dado que no indagamos sobre su modelización, no podemos afirmar con seguridad que su desarrollo esté vinculado a algún tipo de conocimiento en especial.

Nos parece importante destacar que la competencia 1, inicialmente relacionada con una acción experimental, ha de pasar a formar parte de las competencias relacionadas con escribir debido a que se constata así la importancia de comprender el instrumento (cómo es y cómo funciona). Esta adquiere gran importancia para que el modelo teórico resulte operativo. El uso «competencial» de los instrumentos de laboratorio (X_{42}) responde a valores técnicos pero también pedagógicos, como la transparencia o la carga conceptual. Constatamos así que los instrumentos, con sus valores, también aportan conocimiento relacionado con la modelización.

Características generales de las competencias: perfil de las competencias

Una vez identificadas las competencias que realmente fueron evaluadas, se pudieron caracterizar los aspectos que compartían en diferente grado y que podían contribuir a su gestión didáctica. Se generó el esquema de la tabla 3 que permitió otorgar «perfiles didácticos» a las competencias, que mostraban sus fortalezas y sus debilidades desde el punto de vista de su aplicabilidad en la práctica docente.

Estos aspectos fueron los siguientes:

- *Habilidad requerida*: la taxonomía de Bloom (1974) y la clasificación de Jorba *et al.* (1998) permiten establecer las habilidades puestas en juego: cognitiva, cognitivolingüística, conductual y manipulativa. Esto ayuda a resolver nuestras dudas sobre la esencia de la formación profesional química.
- *Transversalidad*: se refiere a la presencia de una misma competencia a lo largo de las actividades docentes. Se pretende saber si el tratamiento constante de una competencia puede favorecer su adquisición.
- *Instrumento de evaluación*: se refiere a las fuentes de datos utilizados para calificar a los alumnos («hojas de aula», parrillas de observación e informes de prácticas). En esta etapa inicial de la evaluación por competencias interesa llevar un registro de recursos que permitan evaluar.
- *Facilidad*: se refiere a la proporción de alumnos que adquieren la competencia con «éxito». Como dijimos, el éxito se asoció a cotas de satisfacción o niveles de aceptabilidad según la competencia. Nos informa sobre la dificultad de «enseñar» una competencia.
- *Integración de las capacidades clave*: nos permite saber si la formulación de la competencia permite el desarrollo de las capacidades clave ya contempladas en el anterior currículo (DOGC, 1995). Dado que estas fueron definidas como aptitudes que demostrar en la profesión, este componente indica si la competencia es propia del sector productivo.
- *Dependencia del tiempo*: recoge la evolución de la competencia a medida que avanza el curso. Así, pretendemos averiguar si el desarrollo de cada competencia es una cuestión de tiempo o está vinculado a otros factores.
- *Tipos de conocimientos que se activan con éxito*: comprende los tipos identificados en las producciones escritas que igualan o superan la cota establecida para los niveles de aceptabilidad. Una de las dificultades del profesorado para implicarse en un currículo por competencias es el temor de que esto signifique o bien renunciar a los conocimientos o bien limitarse a los que demanda el mercado de trabajo.
- *Pertenencia al sistema tecnológico*: permite saber si la competencia es reconocida como tal en los laboratorios de ensayos. Para ello, nos inspiramos en la noción de sistema tecnológico de Quintanilla (2002).
- *Nivel competencial*: permite situar la competencia en tres niveles de desarrollo, según el modelo de Miller (1990): saber, saber cómo, demostrar, saber hacer. No consideramos el «saber» como competencia. El «saber cómo» correspondería a un nivel en el que los alumnos explican por escrito cómo resolver una situación planteada mediante una pregunta. El nivel «demostrar» correspondería a la resolución de una situación planteada y resuelta de hecho en el laboratorio escolar. El nivel «saber hacer» correspondería a una situación que se plantea y resuelve en el laboratorio escolar sin la intervención del profesor.

A modo de ejemplo, en la tabla 6 se muestra el perfil de la competencia «Escribir la justificación de las operaciones de un procedimiento» a la cual ya nos hemos referido en el gráfico 1.

Tabla 6.
Perfil de la competencia «Escribir la justificación de las operaciones de un procedimiento»

Habilidad requerida	Cognitivolingüística
Transversalidad	Presente en 6 de 7 de las unidades o actividades
Instrumento de evaluación	«Hoja de aula»
Facilidad	1/13 alumnos ha justificado con éxito la totalidad de las operaciones propuestas, 7/13 la mitad y 5/13 han justificado con éxito menos de la mitad de las demandas
Integración de las capacidades clave	No
Dependencia del tiempo	No se observa evolución con el paso del tiempo
Tipología de conocimientos que se activan con éxito	Técnico, T- Científico, T- Científico/C - Propiedad, C - Propiedad/Técnico, T- Científico/Técnico, T- Científico/Tecnológico, T- Tecnológico/Técnico, Empírico/Técnico, Tecnológico/Empírico/Técnico (Total: 9)
Pertenencia al sistema tecnológico	No es una actividad habitual en los laboratorios de ensayo
Nivel competencial	Ninguno

La aplicación de este esquema indica que enseñar esta competencia presenta una cierta dificultad. El éxito de su desarrollo se presenta vinculado a tipos de conocimientos sencillos y a modalidades combinadas. Escribir la justificación de un procedimiento no es una tarea habitual en los laboratorios de ensayo ni incluye ninguna capacidad clave. En cambio, se puede ajustar al esquema de Izquierdo (1996), según el cual la comprensión de la función y características de los instrumentos que se utilizan en la experimentación se relaciona con el modelo al que recurre el alumno para elaborar sus producciones escritas en respuesta a las demandas que se le hacen.

El conjunto de los análisis realizados nos permitió llegar a algunos resultados y, finalmente, como conclusión, avanzar algunas respuestas a las preguntas iniciales.

CONCLUSIONES

Podemos responder a las preguntas iniciales y llegar a algunas conclusiones a partir de las matrices de evaluación de las acciones escolares (que nos muestran su contenido) y de los perfiles de las competencias adquiridas (que nos indican su impacto didáctico)

Respuesta a nuestras preguntas

¿Qué tipos de conocimientos se generaron?

Se han identificado cinco tipos de conocimientos que los alumnos utilizan a lo largo de su actividad práctica y que se manifiestan en sus justificaciones escritas.

1. El conocimiento teórico científico se ha identificado en aquellos escritos en los que se recurre a entidades o conceptos científicos invisibles (energía, etc.).
2. El conocimiento teórico científico-propiedad se ha identificado en las producciones donde se recurre a proposiciones teóricas, sin entidades invisibles, o a leyes establecidas como tales; en definitiva, a la atribución de propiedades a los elementos de un sistema para poder explicar su comportamiento.
3. El conocimiento teórico tecnológico se identifica por la utilización de entidades tecnológicas asociadas al diseño de los instrumentos en las explicaciones de los alumnos. La promoción de

este tipo de conocimiento puede marcar un estilo de enseñanza en el cual las acciones técnicas y los fenómenos que se producen en ellas cobren sentido a través del conocimiento de los instrumentos de laboratorio.

4. El conocimiento técnico se identifica en las explicaciones basadas en el conocimiento sobre cómo funciona correctamente un instrumento o se lleva a cabo una metódica de ensayo.
5. El conocimiento empírico se identifica en los escritos donde se recurre a proposiciones prácticas derivadas de la actividad de laboratorio o de la observación de hechos cotidianos.

La mayoría de los alumnos de la muestra han movilizado los cinco tipos de conocimientos, y se ha establecido un cierto paralelismo con los «perfiles conceptuales» de Mortimer (1995). En un mismo alumno conviven ciencia y técnica, en el sentido de superar las divisiones entre ambas (Medina, 2001). Algunos alumnos recurren a las combinaciones de diferentes conocimientos. En este caso, no solo conviven ciencia y técnica, sino que se complementan, en el sentido de mediación mutua al que se refiere Echeverría (2003). Únicamente algunos no utilizan el conocimiento empírico o el teórico tecnológico.

¿Qué influencia pueden tener los instrumentos de laboratorio en el aprendizaje de los alumnos y en la enseñanza de los profesores?

Nuestra primera aproximación a los instrumentos de laboratorio partió del término *affordances* definido por Pea (1993) como «propiedades de los instrumentos que enlazan percepción con acción» y que, en nuestro caso, también vinculan a los elementos de los instrumentos de laboratorio con el fundamento de las técnicas asociadas.

Se constata que los escritos donde se manifiestan mayor diversidad de conocimientos son los que corresponden a instrumentos de laboratorio que satisfacen en mayor grado los valores de carga conceptual y transparencia. En cambio, los instrumentos que satisfacen en mayor grado valores técnicos (rapidez, etc.) se asocian a menor diversidad de conocimientos. El conocimiento teórico tecnológico, de presencia escasa pero que consideramos interesante, solo se presenta asociado a instrumentos con carga conceptual alta.

Igualmente, los instrumentos de laboratorio que han generado mayor cantidad de producciones escritas con éxito son los que satisfacen en mayor grado los valores de carga conceptual y transparencia. A medida que el grado de satisfacción de estos valores disminuye, también lo hace la cantidad de respuestas con éxito. El instrumento que genera menor cantidad de escritos con éxito es opaco, aunque su carga conceptual sea alta y sea considerado como uno de los mejores instrumentos en cuanto a sus características técnicas.

De acuerdo con la concepción de Pea (1993) sobre la distribución de la inteligencia en los entornos físicos, la característica de transparencia habría actuado de anclaje material de los conceptos (Hutchins, 2005), excepto en el caso del conocimiento teórico tecnológico. En este caso, los instrumentos de laboratorio podrían ser considerados como portadores de inteligencia, en el sentido de Lave (1998), pero necesitando algún otro anclaje para ser reconocida.

¿Cómo caracterizar las competencias identificadas?

Nos hemos dado cuenta de que, en el centro escolar, los niveles que Miller asignó a las competencias no se alcanzan de la misma manera que en el mundo laboral. Las acciones experimentales, que corresponden al máximo nivel según Miller cuando son autónomas (al ser realizadas por profesionales), al ser enseñadas en la escuela requieren otras competencias específicas de la enseñanza, que son las que inciden en el lenguaje. Estas no se pueden asociar ni al sistema tecnológico ni a las capacidades clave,

son de carácter cognitivolingüístico. Si bien estas competencias no se contemplan en el ejercicio profesional puesto que se dan por supuestas, son necesarias cuando se aprende la profesión para que las acciones de laboratorio adquieran significado. Han precisado de una reformulación escolar para lograr su aprendizaje y por ello a este grupo de competencias las denominamos *propias de la ciencia escolar*. Según su perfil, no todas tienen la misma presencia en las UD y no se puede establecer relación entre la facilidad y la transversalidad. En general, su desarrollo no evoluciona con el tiempo.

Las competencias propias de la ciencia escolar de este grupo identificadas en este trabajo son la identificación de las *affordances* de los instrumentos, la interpretación de un fenómeno, la redacción de un procedimiento, la justificación de las operaciones y de la técnica utilizada para cada propiedad y la elección de los parámetros ensayados, la justificación de una fórmula de cálculo y la valoración de un resultado.

Estas competencias que unifican el conocimiento científico y técnico se reconocen en la secuencia de preguntas propuestas por Izquierdo (1996) como estrategia para la reconstrucción de los hechos del mundo y dan sentido a la actuación humana en la dimensión, manipulativa, tecnológica y teórica («¿qué tengo?», «¿qué hago?», «¿qué pasa?», «¿por qué pasa?» y «¿por qué lo hago?»).

Las competencias que requieren habilidad conductual (organizar el trabajo en la preparación del ensayo, ejecutar el ensayo con responsabilidad, limpiar y ordenar los materiales con responsabilidad y registrar los datos con responsabilidad) son las que, según nos muestra su perfil, presentan menor dificultad para los alumnos, están presentes en todas las actividades de la muestra, no activan los conocimientos identificados en la investigación y corresponden al nivel competencial de «demostrar».

¿Cómo gestionan los profesores la enseñanza por competencias?

A lo largo de la investigación, se han considerado las preguntas que los profesores hacían a los alumnos en el contexto de las actividades de EA o UD planificadas.

El diseño de las actividades también estaría afectado por los instrumentos de laboratorio. Por ejemplo, las actividades en las que se ha promocionado la capacidad de resolución de problemas son las relativas a instrumentos con mayor carga conceptual y mayor transparencia. Si nos centramos en la influencia en el aprendizaje que otorgan los profesores a los instrumentos de laboratorio, se observa que no todos han dado lugar a la misma cantidad de demandas. En general, también los instrumentos con mayor carga conceptual dan lugar a un número mayor de demandas, a medida que aumenta su transparencia. Las mejores preguntas son aquellas que se refieren a instrumentos con mayor carga conceptual y transparencia y satisfacen en mayor grado el mayor número de valores.

Nos ha resultado de gran interés el establecimiento de los «perfiles de las competencias» gracias a los cuales nos damos cuenta de que no todas las competencias se enseñan con la misma eficacia y que no todas tienen el mismo impacto en el conjunto de la acción docente.

Reflexiones finales

La principal aportación de nuestra investigación es el propio proceso realizado, que pone de manifiesto la complejidad de la enseñanza «por competencias» y la sutileza que se requiere para orientarla hacia el desarrollo de capacidades cognitivas y de intervención en los fenómenos que han de adquirir los alumnos de ciencias.

Al responder a las preguntas iniciales se identifican diferentes tipos de conocimientos en los escritos de los alumnos y se constata la influencia de los instrumentos de laboratorio en sus aprendizajes. La convergencia de estos aspectos ha concretado nuestro marco teórico inicial, que nos permite ahora comprender mejor el proceso que se ha llevado a cabo y el concepto de competencia en la formación profesional.

A lo largo de la investigación emerge un concepto de enseñanza según el cual estudiantes, objetivos curriculares, conocimientos, instrumentos de laboratorio, demandas del profesor, actividades de EA y competencias adquiridas forman parte de un sistema equiparable a la noción de sistema tecnológico de Quintanilla (2002), cuyos elementos (*inputs*, recursos, acciones de transformación y de gestión, objetivos y *outputs*) interaccionan entre sí. Estos elementos cumplen unos determinados requisitos que no pueden quedar desconectados, sino que se estructuran como «sistema de valores», que es lo que hace que la enseñanza sea competencial y pueda ser evaluada como tal. Nos referimos así a los conjuntos de valores identificados en esta investigación para cada uno de los componentes de las acciones científicas escolares y a su interrelación. Nos parece que esta visión sistémica del aula, contenida ya en el concepto de «sistema didáctico», cuyos elementos son los estudiantes, los profesores y los conocimientos, es un punto de partida para avanzar hacia la comprensión del aprendizaje por competencias.

En un próximo artículo seguiremos elaborando nuestro «sistema didáctico competencial».

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLOOM, S. (1974). *Taxonomía de los objetivos de la educación: La clasificación de las metas educacionales: manuales I y II*. Buenos Aires: El Ateneo.
- BRUNER, J. (1999). *La educación, puerta de la cultura*. Madrid: Aprendizaje Visor.
- DOGC (1995). Decret 313/1995. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 2135.
- DOGC (2012). Decret 121/2012. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, 6232.
- ECHVERRÍA, J. (2001). Tecnociencia y sistemas de valores. En J. A. López Cerezo y J. M. Sánchez Ron (Comps.), *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo* (pp. 221-230). Madrid: Editorial Biblioteca Nueva.
- ECHVERRÍA, J. (2002). *Ciencia y valores*. Madrid: Ediciones Destino.
- ECHVERRÍA, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica de España.
- HACKING, I. (1983). *Representing and intervening*. Cambridge: Cambridge University Press.
<http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511814563>
- HUTCHINS, E. (2005). Material anchors for conceptual blends. *Journal of Pragmatics*, 37, pp. 1555-1577.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.pragma.2004.06.008>
- IZQUIERDO, M. (1996). Cognitive Models of Science and the Teaching of Science. History of Science and Curriculum. *European Research in Science Education*, 2, pp. 106-117.
- IZQUIERDO, M., ESPINET, M., GARCÍA, P., PUJOL, R. y SANMARTÍ, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, pp. 79-89.
- IZQUIERDO, M. y SANMARTÍ, N. (1997). Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación en la escuela*, 32, pp. 51-62.
- IZQUIERDO, M., SANMARTÍ, N. y ESTAÑA, J. L. (2007). Actividad Química Escolar. En A. Caamaño y M. Quintanilla (Comps.), *Modelización del cambio químico. Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (pp. 141-163). Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Servicio de Publicaciones.
- JORBA, J., GÓMEZ, I. y PRAT, A. (1998). *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situació d'ensenyament aprenentatge des de les àrees curriculars*. Bellaterra: Institut de Ciències de l'Educació. Universitat Autònoma de Barcelona.
- LAVE, J. (1998). *Cognition in practice: Mind, mathematics and culture in every day life*. Cambridge University Press.

- MEDINA, M. (2001). Ciencia y tecnología como sistemas culturales. En J. A. López Cerezo y J. M. Sánchez Ron (Comps.), *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo* (pp. 69-88). Madrid: Editorial Biblioteca Nueva.
- MILLER, G. E. (1990). The assessment of Clinical Skills/Competence/Performance. *Academic Medicine*, 65(9), september supplement, pp. S63-S67.
<http://dx.doi.org/10.1097/00001888-199009000-00045>
- MORTIMER, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science and Education*, 4(3), pp. 267-285.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00486624>
- NAKHLEH, M., POLLES, J. y MALINA, E. (2002). Learning chemistry in a laboratory environment. En J. K. Gilbert *et al.* (Comps.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (pp. 69-94). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- PEA, R. D. (1993). Prácticas de inteligencia distribuida y diseños para la educación. En G. Salomon (Comp.), *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas* (pp. 75-125). Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- PERKINS, D. N. (1993). La persona-más: una visión distribuida del pensamiento y el aprendizaje. En G. Salomon (Comp.), *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- QUINTANILLA, M. A. (2002). En E. Aibar y M. A. Quintanilla (Eds.), *Cultura Tecnológica. Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Barcelona: ICE/Horsori.
- RODRÍGUEZ, M. L. (2006). *Evaluación, balance y formación de competencias laborales transversales*. Barcelona: Laertes Educación.
- SÉRÉ, M. G. (2002). Towards renewed research questions from the outcomes of the european project Labwork in Science Education. *Science Education*, 86, pp. 624-644.
<http://dx.doi.org/10.1002/sce.10040>
- VIA, A. (2002). *L'anàlisi de les preguntes experimentals. Treball de recerca. Facultat de Ciències de l'Educació*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

Learning by competences (I). Identification of competences' profiles

Antònia Via Giménez

INS Narcís Monturiol. Barcelona
avia@xtec.cat

Mercè Izquierdo Aymerich

Universitat Autònoma de Barcelona
merce.izquierdo@uab.cat

In this paper we analyse the results obtained with teaching-learning sequences applied in the third level of vocational training (chemistry). The design of these TLS was based on «educational capacities». We aim to identify the competences developed, by evaluating the students' activities. We have studied the different knowledges that were generated in this «didactic stage», the influence of the laboratory instruments used, and the characteristics of the competences identified. In addition, we have also studied the teachers' management of a learning-teaching sequence based on competences.

The Data of the research were obtained from the students' writings in the laboratory reports, classroom exercises, and from proposals by teachers and their observation of the students' work.

The Data were analysed according to Echeverría's Pluralistic Theory of Scientific Action (Echeverría, 2002), and his analysis scheme was adapted to school activities. Values and levels of achievement of objectives were identified, and teachers' requirements were included in a main action: the action done by the student in the laboratory and when they write their conclusions. According to this scheme, evaluation matrices for each of the students were elaborated, for each activity and for each competence. Levels of acceptance were defined in relation to «make» and to «write». With this, competence achievement of the students was characterized. We relate this achievement with instruments' properties, teacher's demands and teaching-learning activities. With this information, the components of the competences related to the teacher management were identified and we were able to establish a profile of the competences.

The students' types of knowledge were identified: scientific, scientific-property, theoretical-technological, technical, and empiricist. The majority of the students developed the five types of knowledge and a relation with conceptual profiles of Mortimer (1995) could be established.

The properties of laboratory instruments were related with the knowledge built by the students which were identified in the students' writings and in their performances. The best writings correspond to instruments that could be related with theory («transparency») and satisfy conceptual values. At the same time, these instruments generate rated texts. In our opinion, «Transparency» could be considered responsible for material anchoring of concepts in most cases (Hutchins, 2005).

The competences identified and characterized with their profile are not the professional competences that correspond to vocational studies in chemistry. Autonomous experimentation in laboratory, when taught in school, requires cognitive-linguistic competences. These competences, which are included in professional exercise, have to be taught in the learning process of the profession, to give meaning to experimental actions. We named these competences «belonging to school science», because it requires a didactic transposition to be learned.

The competences that require behavioral skills (for example, organization/preparation of an experiment) are easy for students and do not produce the knowledge that was identified in the research, and corresponds to the competence level «demonstration».

In our research a concept of teaching emerged, which considers students, curriculum objectives, knowledges, laboratory instruments, teacher demands, activities and acquired competences. This forms a system that is comparable to a «technological system» (Quintanilla, 2002): a set of «elements» that interact. These elements are structured as a value system that justify the «competence dimension» of the teaching-learning sequence and are our evaluation criteria.